

Рис.3 – Графік розподілу деформацій

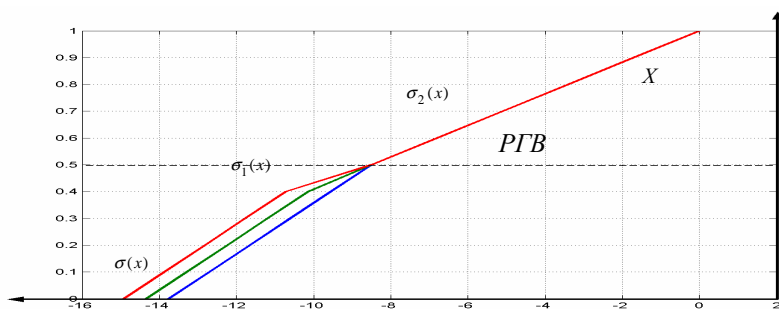


Рис.4 – Графік розподілу напружень

1.Кузло М.Т., Філатова І.А. Про деякі математичні моделі напружено-деформованого стану ґрунтових масивів в процесі руху вільної поверхні ґрунтових вод // Вісник НУВГП. Вип.2 (30). – Рівне, 2005. – С.282-287.

2.Філатова І.А., Кузло М.Т. Математичне моделювання напружено-деформованого стану рівня ґрунтових масивів // Вісник НУВГП. Вип.4 (36). – Рівне, 2006. – С.203-208.

Отримано 09.04.2007

УДК 624.072.221

А.М.ПАВЛКОВ, канд. техн. наук, О.В.БОЙКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ АРМАТУРИ В КОСОЗІГНУТИХ БАЛКАХ НА ОСНОВІ СПРОЩЕНОЇ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Розглядається метод розрахунку необхідної площі арматури в нормальному перерізі залізобетонних балок прямокутного профілю, що зазнають косого згинання, при

трапецієвидній формі стиснутої зони бетону з використанням дволінійних діаграм деформування бетону та арматури.

Як відомо, явище косого згину досить розповсюджене в практиці проектування залізобетонних конструкцій та може бути викликано багатьма факторами. Але на сьогоднішній день в діючих нормах [6] його врахування розглянуто лише в задачах другого типу – перевірки міцності. Що ж до врахування цього явища в задачах розрахунку необхідної площі поздовжньої арматури, то в цьому напрямку кількість досліджень недостатня. Поповнення їх на сучасному рівні доцільно здійснювати на основі впровадження деформаційної моделі, рівнянь механіки деформівного твердого тіла і діаграм деформування матеріалів.

У роботах [1-2, 4-5] наведені пропозиції щодо використання дволінійних діаграм стану бетону й арматури в розрахунках міцності залізобетонних елементів, що зазнають згинання взагалі. Але методики для визначення необхідної площі поздовжньої арматури в нормальному перерізі косозігнутих балок на основі деформаційної моделі із застосуванням дволінійних діаграм поки що немає.

Метою нашої роботи є розв'язок задачі розрахунку необхідної площі перерізу поздовжньої арматури в балках прямокутного профілю при їх косому згинанні на основі використання дволінійних діаграм-залежностей між напруженнями та деформаціями в бетоні й арматурі.

При розв'язанні поставленої задачі прийняті передумови за [1], а вигляд дволінійних діаграм деформування матеріалів – за [5].

На основі застосованих передумов розрахункова схема балки прямокутного перерізу, що зазнає косого згинання, матиме вигляд, наведений на рисунку.

Рівняння рівноваги зовнішніх і внутрішніх сил у нормальному перерізі відповідно до рисунку записані наступним чином:

$$\sum Z = 0; \quad N_{b1} + N_{b2} - N_s = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_{0_1} = 0; \quad M = N_{b1}Z_{1,b1} + N_{b2}Z_{1,b2}, \quad (2)$$

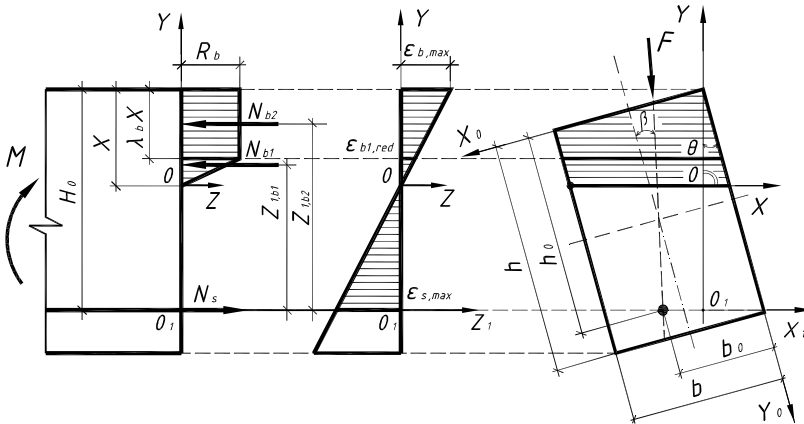
де N_{b1} , N_{b2} – відповідно рівнодійні зусиль в бетоні стиснутої зони на ділянках з трикутною та прямокутною епюрами відповідно; N_s – рівнодійна зусиль в арматурному стержні розтягнутої зони; M – момент, при якому відбувається руйнування балки; $Z_{1,b1}$, $Z_{1,b2}$ – відповідно плечі моментів відносно вісі X_1 від N_{b1} та N_{b2} .

Після визначення складових першого рівняння рівноваги та необхідних перетворень отримано, що розрахунок необхідної площі

поздовжньої арматури для непереармованого перерізу можна вести за формулою:

$$A_s = \frac{R_b b}{R_s \cos \theta} \left(\frac{X(1 + \lambda_b)}{2} - \frac{b \sin \theta}{2} \right), \quad (3)$$

де R_b – розрахунковий опір бетону осьовому стисненню; R_s – розрахунковий опір арматури розтягу; b – ширина перерізу; θ – кут нахилу нейтральної лінії до горизонтальної осі симетрії перерізу; X – висота стиснутої зони бетону; λ_b – рівень пластичності бетону [4].



Розрахункова схема перерізу при визначенні необхідної площі арматури в косозігнутих балках при трапецієподібній формі стиснутої зони

У формулі (3) невідомими величинами є X , λ_b і θ . На основі гіпотези плоских перерізів висота стиснутої зони бетону та коефіцієнт пластичності бетону визначаються за формулами:

$$X = \frac{\epsilon_{b,\max} H_0}{\epsilon_{b,\max} + \epsilon_{s,\max}}; \quad (4)$$

$$\lambda_b = 1 - \frac{\epsilon_{b1,\text{red}}}{\epsilon_{b,\max}}, \quad (5)$$

де $\epsilon_{b,\max}$, $\epsilon_{s,\max}$ – максимальні відносні деформації стиснутого бетону та розтягнутої арматури відповідно в момент руйнування; $\epsilon_{b1,\text{red}} = 0,0015$ – деформації стиснутого волокна бетону, що знахо-

диться на межі трикутної ділянки епюри напружень [5]; H_0 – робоча висота перерізу (рисунок):

$$H_0 = h_0 \cos \theta + b_0 \sin \theta. \quad (6)$$

Для отримання X і λ_b невідомі значення деформацій в бетоні $\varepsilon_{b,\max}$ й арматурі $\varepsilon_{s,\max}$ пропонується визначати з другого рівняння рівноваги (2), яке після визначення складових подано у вигляді:

$$M = \frac{R_b b}{6 \cos \theta} \left(X^2 (-1 - \lambda_b - \lambda_b^2) + 3 H_0 X (1 + \lambda_b) - 3 H_0 b \sin \theta + b^2 \sin^2 \theta \right). \quad (7)$$

Підбір арматури виконаємо при умові повного використання бетону та арматури, тобто при $\sigma_b = R_b$ та $\sigma_s = R_s$. При цьому деформації бетону досягають граничних, тобто $\varepsilon_{b,\max} = \varepsilon_{b2} = 0,0035$ [5], а значення деформацій в арматурі $\varepsilon_{s,\max}$ повинні знаходитися в межах:

$$\varepsilon_{s0} \leq \varepsilon_{s,\max} \leq \varepsilon_{s2},$$

де $\varepsilon_{s0} = \frac{R_s}{E_s}$ – деформації арматури, що визначають межу пружної ділянки діаграми [5]; $\varepsilon_{s2} = 0,025$ – максимальні деформації арматури [5].

Підставивши граничні деформації бетону в (7), одержимо вираз для визначення деформацій у розтягнутій арматурі в момент руйнування

$$\varepsilon_{s,\max} = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (8)$$

де коефіцієнти A, B, C обчислюються за формулами:

$$A = \frac{b^2 \sin^2 \theta}{H_0^2} - \frac{3b \sin \theta}{H_0} - \frac{6M \cos \theta}{R_b b H_0^2};$$

$$B = 2\varepsilon_{b,\max} (3 + A) - 3\varepsilon_{b1,\text{red}};$$

$$C = \varepsilon_{b,\max}^2 (3 + A) - \varepsilon_{b1,\text{red}}^2.$$

Якщо обчислені з (8) деформації арматури $\varepsilon_{s,\max} < \varepsilon_{s0}$, що свідчить про переармування перерізу, необхідно збільшити розміри перерізу або підібрати вищу марку бетону.

У випадку, коли $\varepsilon_{s,\max} > \varepsilon_{s2}$, потрібно прийняти $\varepsilon_{s,\max} = \varepsilon_{s2}$ і, підставивши в (7), визначити відповідні деформації в бетоні $\varepsilon_{b,\max}$.

За отриманими деформаціями бетону та арматури обчислюється необхідна площа арматури за формулою (3).

Визначення кута нахилу нейтральної лінії з метою спрощення в даній роботі пропонується виконувати на основі формул, наведених в [3].

Запропонований метод визначення необхідної площі арматури в нормальному перерізі косозігнутого залізобетонного елемента дозволяє виконувати розрахунки з необхідною точністю.

1.Бамбура А.М., Барашиков А.Я., Гурківський О.Б. Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій по національному нормативному документу (ДБН), що розробляється // Будівельні конструкції. Вип.62. У 2-х т. Т.1. – К.: НДІБК, 2005. – С.131-136.

2.Барашиков А.Я., Задорожнікова І.В. Спрощені розрахунки несучої здатності нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів за деформаційною моделлю // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі і споруди: Зб. наук. статей. Вип.12. – Рівне, 2005. – С.109-115.

3.Павликов А.Н. Экспериментально-теоретические исследования прочности, деформативности, образования и раскрытия трещин по сечениям нормальным к продольной оси косоизгибаемых керамзитобетонных элементов: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – К., 1980. – 265 с.

4.Павліков А.М., Бойко О.В. Використання дволінійних діаграм стану матеріалів у розрахунках міцності елементів, що зазнають косоного згинання // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. статей. Вип.14. – Рівне, 2006. – С.269-275.

5.Расчет прочности железобетонных конструкций при действии изгибающих моментов и продольных сил по новым нормативным документам / А.И.Звездов, А.С.Залесов, Т.А.Мухамедиев, Е.А.Чистяков // Бетон и железобетон. – 2002. – №6. – С.21-25.

6.СНиП 2.03.01–84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 88 с.

Отримано 26.03.2007

УДК 691.327 : 539.383

Ю.А.КРУСЬ, канд. техн. наук, А.Ю.КРУСЬ

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г.Ровно

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА НАГРУЖЕНИЯ НА ОЧЕРТЕНИЕ ДИАГРАММЫ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНА, ТИП И СТРУКТУРУ АППРОКСИМИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

В графическом и формализованном виде представлена диаграмма механического состояния бетона, пригодная для применения к базирующимся на деформационной модели расчетам железобетонных конструкций, а также более полной оценки неоднородного напряженно-деформированного состояния их сечений на всех стадиях работы.